

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНО-ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

© КОЛЛЕКТИВ АВТОРОВ, 2019

Иванов А.С., Мартынов Д.В., Олесова В.Н., Заславский Р.С., Шматов К.В., Лернер А.Я., Морозов Д.И.

ДИОКСИД ЦИРКОНИЯ КАК СОВРЕМЕННЫЙ МАТЕРИАЛ ДЛЯ ЗУБНЫХ ПРОТЕЗОВ И ИМПЛАНТАТОВ

Клинический центр стоматологии ФМБА России, 123098, г. Москва;

Академия постдипломного образования ФГБУ ФНКЦ ФМБА России, 125371, г. Москва

На примере денальных имплантатов приведены результаты изучения прочности керамики из диоксида циркония, стабилизированного иттрием, и титана одного производителя при статических и динамических нагрузках. Описана микроструктура керамического имплантата из диоксида циркония, стабилизированного иттрием. Приведен элементный состав керамики имплантата, подтверждено соответствие рецептуре производителя. Показана развитая текстурированная поверхность керамического имплантата.

Ключевые слова: керамика; имплантат; титан; прочность; структура.

Для цитирования: *Иванов А.С., Мартынов Д.В., Олесова В.Н., Заславский Р.С., Шматов К.В., Лернер А.Я., Морозов Д.И. Диоксид циркония как современный материал для зубных протезов и имплантатов. Российский стоматологический журнал. 2019; 23 (1): 4-6 <http://dx.doi.org/10.18821/1728-2802-2019-23-1-4-6>*

Ivanov A.S., Martynov D.V., Olesova V.N., Zaslavsky R.S., Shmatov K.V., Lerner A.I., Morozov D.I.

ZIRCONIA AS A MODERN MATERIAL FOR DENTAL PROSTHESES AND IMPLANTS

Clinical Center of Stomatology of FMBA of Russia, 123098, Moscow, Russia;

Academy for postgraduate education, Federal scientific clinical center of FMBA of Russia, 125371, Moscow, Russia

On the example of dental implants the results of studying the strength of ceramics from zirconium dioxide stabilized by yttrium and titanium of one manufacturer under static and dynamic loads are presented. The microstructure of a ceramic implant made of zirconium dioxide stabilized by yttrium is described. The elemental composition of the implant ceramics is given, the compliance with the manufacturer's formulation is confirmed. The developed textured surface of the ceramic implant is shown.

Key words: ceramics; implant; titanium; strength; structure.

For citation: *Ivanov A.S., Martynov D.V., Olesova V.N., Zaslavsky R.S., Shmatov K.V., Lerner A.I., Morozov D.I. Zirconia as a modern material for dental prostheses and implants. Rossiyskii stomatologicheskii zhurnal. 2019; 23(1): 4-6. <http://dx.doi.org/10.18821/1728-2802-2019-23-1-4-6>*

For correspondence: *Olesova Valentina Nikolaevna, Dr. Med. Sci., professor, E-mail: olesova@implantat.ru.*

Acknowledgments: *The study had no sponsorship.*

Conflict of interest: *The authors declare no conflict of interest.*

Received 20.01.2019

Accepted 16.02.2019

В последнее десятилетие в ортопедическую стоматологию активно внедряется безметалловое протезирование на основе фрезерования блоков из диоксида циркония, стабилизированного иттрием. В связи с этим повышается интерес к возможностям керамических имплантатов как основы для несъемных керамических протезов [1, 2]. С расширением применения денальных имплантатов накапливаются сведения об осложнениях имплантации и недостатках титановых имплантатов [3–7]. Однако, несмотря на наличие керамических имплантатов в арсенале производителей, они редко применяются в настоящее время в клинической практике из-за сомнения в их прочности.

Для корреспонденции: *Олесова Валентина Николаевна, д-р мед. наук, профессор, E-mail: olesova@implantat.ru.*

Цель исследования – экспериментальное сравнение структуры поверхности, состава и прочности керамических и титановых имплантатов.

Материал и методы

В качестве объектов для сравнения возможностей керамики из диоксида циркония, стабилизированного иттрием, и титана взяты денальные имплантаты из этих материалов. Структура поверхности, химический состав и прочность керамических денальных имплантатов изучали на примере неразборных керамических имплантатов ICX (Medentis, Германия), изготовленных, по данным производителя, из диоксида циркония, стабилизированного иттрием; для сравнения использовались результаты идентичных исследований титановых имплантатов (Grade 4, упрочненный методом холодной прокатки) той же

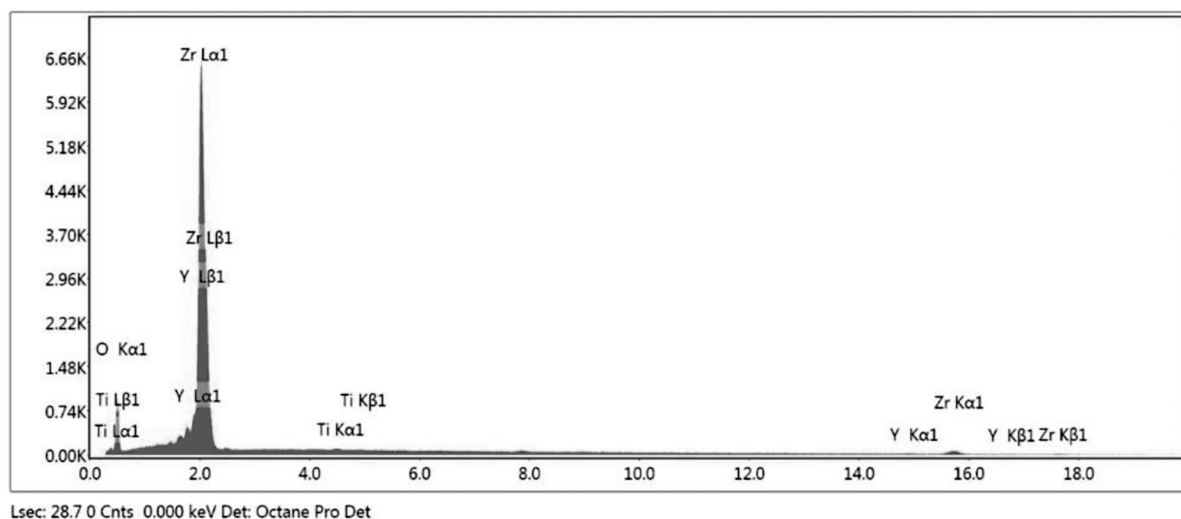


Рис. 1. Гистограмма элементного состава керамического имплантата (ICX, Medentis, Германия).

фирмы [5, 8]. Изучение микроструктуры поверхности имплантатов и ее химического состава проводили в технопарке «Сколково» (Москва); использовался инвертированный металлографический системный микроскоп OLYMPUS GX-51 (OLYMPUS, Япония) с одновременным фотографированием поверхности имплантатов с увеличениями от 50 до 1000. Также применяли сканирующий электронный микроскоп PHENOM («PhenomWorld», Голландия) с возможностью элементного анализа материала. Для изучения химический состав поверхности имплантатов изучали с использованием спектрометра с индуктивно связанной плазмой ULTIMA-2 (HORIBA Jobin Yvon S.A.S», Франция) с чувствительностью концентрации химических элементов 10^{-5} – $10^{-7}\%$ масс. Механические свойства керамических (диоксид циркония, стабилизированный иттрием) и титановых (Grade 4) неразборных дентальных имплантатов ICX (Medentis, Германия) изучали в испытательной лаборатории «ЦИТО им. Н.Н. Приорова» по алгоритму программного комплекса DIONPro (Швейцария) и реализовали на испытательном оборудовании LFV-10-T50 (Walter+Baiaq, Швейцария). Скорость нагружения имплантата под углом 45° в варианте статической нагрузки соответствовала 5 мм/мин, нагрузка прикладывалась до разрушения имплантата. Динамическое нагружение проводили при частоте изменения нагрузки 15 Гц в течение 460 тыс. колебаний, величина нагрузки составляла 80 % максимальной нагрузки, которую выдерживали имплантаты при статических испытаниях.

Результаты и обсуждение

При анализе элементного состава керамических имплантатов ICX (Medentis, Германия) подтверждены данные производителя, а именно, имплантаты состоят из 57,04 Вес. % циркония, 38,92 Вес. % кислорода, 3,82 Вес. % иттрия, и 0,22 Вес. % титана (в сумме диоксид циркония составляет 95,96 Вес. %) (рис. 1, см. таблицу).

Поверхность керамического имплантата из диоксида циркония, стабилизированного иттрием, имеет моноклинную зернистую структуру с размером зерна 0,3–0,5 мкм, с глубиной шероховатости до 0,6 мкм; зерна имеют пологие пики, а шероховатость щелевидная между зернами (рис. 2). В сравнении с керамическим имплантатом титановый имплантат ICX (Medentis, Германия) имеет более выраженную кратерообразную текстурированность поверхности с величиной кратеров 1,5–2,0 мкм и их более острыми стенками, что характерно для поверхности SLA.

Статическая нагрузка керамического имплантата, изготовленного из диоксида циркония, стабилизированного иттрием, приводила к разлому керамического имплантата при высоких показателях – в среднем $803,20 \pm 7,12$ МПа. В этих же условиях титановый имплантат выдерживал нагрузку $864,61 \pm 10,17$ МПа, т. е. на 7,1 % больше. Оба имплантата имеют большой запас прочности относительно функциональной нагрузки, обычно не превышающей 250 Н (что соответствует 250 Па). О прочности имплантатов свидетель-

Элементный состав керамического имплантата (ICX, Medentis, Германия)

Element	Weight, %	Atomic, %	Net Int.	Error, %	Kratio	Z	R	A	F
O K	38.92	78.33	372.86	10.68	0.06	1.17	0.87	0.12	1
Y L	3.82	1.38	232.88	4.64	0.03	0.87	1.11	0.96	1.03
ZrL	57.04	20.14	3,615.17	1.09	0.50	0.87	1.11	1	1.01
TiK	0.22	0.15	20.08	57.26	0.00	0.96	0.99	0.76	1.03

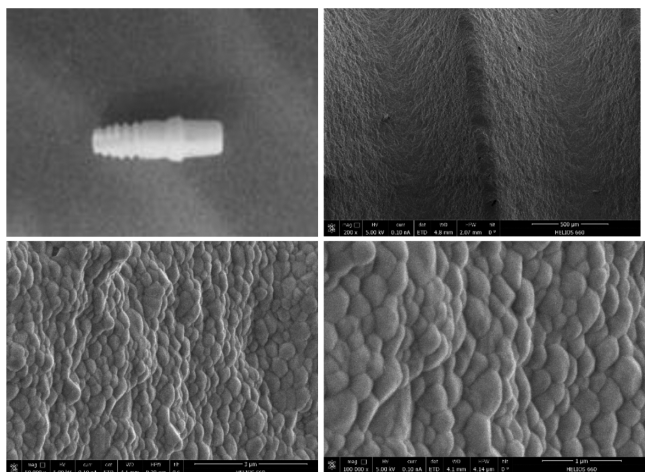


Рис. 2. Микроструктура поверхности керамического имплантата ICX (Medentis, Германия).

ствуют и динамические нагрузки, которые в условиях значительных усилий (не менее 600 МПа, т. е. на 20 % меньше критических нагрузок) не приводили к разрушению имплантатов в течение 460 тыс. циклов перемежающейся нагрузки (идентичной пятилетнему сроку эксплуатации имплантатов с периодичностью приема пищи три раза в день).

Заключение

Диоксид циркония, стабилизированный иттрием, представляет собой чрезвычайно перспективный материал для несъемного протезирования, в том числе на дентальных имплантатах.

Керамические имплантаты из диоксида циркония, стабилизированного иттрием, по результатам стендовых испытаний, обладают высокой прочностью, не разрушаясь при многократной динамической нагрузке.

Керамические дентальные имплантаты из диоксида циркония обладают прочностью, сопоставимой с титановыми имплантатами, при статических и динамических стендовых испытаниях.

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Искендеров Р.М. Применение CAD/CAM технологий в зуботехнической лаборатории. *Российский стоматологический журнал*. 2016; 20(1): 52–6.
2. Лебедево И.Ю., Назарян Р.Г., Романкова Н.В., Максимов Г.В., Вураки Н.К. Сопоставительный анализ современных методов

изготовления мостовидных зубных протезов на основе диоксида циркония. *Российский стоматологический журнал*. 2015; 19 (2): 6–9.

3. Бронштейн Д.А., Олесов Е.Е., Заславский Р.С., Узунян Н.А., Шмагов К.В., Лобанов С.А. Результаты ортопедической реабилитации пациентов с полным отсутствием зубов в зависимости от конструкции протезов на дентальных имплантатах. *Российский вестник дентальной имплантологии*. 2017; 2: 45–9.
4. Кузнецов А.В., Атаян Д.В., Дулов Ф.В. Выживаемость конических поверхностно-пористых дентальных имплантатов после 10 лет функционирования. *Российский вестник дентальной имплантологии*. 2016; 1: 67–70
5. Повстанко Ю.А., Самойлов А.С., Олесов Е.Е., Шумаков Ф.Г., Степанов А.Ф., Узунян Н.А. *Динамика остеоинтеграции титана с разной обработкой поверхности*. Учебное пособие. ИППО ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России; 2017.
6. Фангманн Р. Немедленная нагрузка на беззубой нижней челюсти. *Российский вестник дентальной имплантологии*. 2014; 1: 64–9.
7. Широков Ю.Е., Широков Ю.Ю., Широков И.Ю. Необходимость измерения стабильности и остеоинтеграции дентальных имплантатов на нижней челюсти методом частотно-резонансного анализа при немедленной нагрузке несъемными зубными протезами. *Российская стоматология*. 2016; 9(2): 72–3.
8. ICX – Das FAIRE Premium Implantat-System. Studien & Ergebnisse. GmbH: Medentis; 2016.

REFERENCES

1. Iskenderov R.M. Application of CAD/CAM technologies in dental laboratory. *Rossiyskii stomatologicheskii zhurnal*. 2016; 20 (1): 52–6. (in Russian)
2. Lebedenko I.Yu., Nazaryan R.G., Romanova N.V., Maksimov G.V., Vuraki N.K. Comparative analysis of modern methods of construction of bridge dentures on the basis of zirconium dioxide. *Rossiyskii stomatologicheskii zhurnal*. 2015; 19(2): 6–9. (in Russian)
3. Bronstein D.A., Olesov E.E., Zaslavsky R.S., Uzunyan N.A., Shmatov K.V., Lobanov S.A. results of orthopedic rehabilitation of patients with complete absence of teeth depending on the design of dentures on dental implants. *Rossiyskii vestnik dentalnoy implantologii*. 2017; 2: 45–9. (in Russian)
4. Kuznetsov A.V., Atayan D., Dulov F.V. Survival rate of conical surface-porous dental implants after 10 years of operation. *Rossiyskii vestnik dentalnoy implantologii*. 2016; 1: 67-70. (in Russian)
5. Povstenko A.Yu., Samoilov A.S., Olesov E.E., Shumakov F.G., Stepanov A.F., Uzunyan N.A. *The dynamics of the osseointegration of titanium with different surface treatment*. Textbook. Moscow: Ippo SSC center named after them. A. I. Burnazyan of FMBA of Russia; 2017. (in Russian)
6. Fangmann R. Immediate load on toothless mandible. *Rossiyskii vestnik dentalnoy implantologii*. 2014; 1: 64–9. (in Russian)
7. Shirokov Yu.E., Shirokov Yu.Yu., Shirokov I.Yu. Need to measure the stability and osseointegration of dental implants in the lower jaw by the method of resonance frequency analysis in immediate loading of fixed dentures. *Rossiyskaya stomatologiya*. 2016; 9 (2): 72-73. (in Russian)
8. ICX-Das FAIRE Premium Implant-System. Studien & Ergebnisse. GmbH: Medentis; 2016.

Поступила 20.01.19

Принята в печать 16.02.19